

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ПРОХІДНОСТІ МІСЦЕВОСТІ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПОЗА ШЛЯХАМИ

О. Міхно, В. Рябов

Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Ключові слова: прохідність, механічні властивості ґрунтів, тактичні властивості місцевості.

Прохідність місцевості поза шляхами залежить переважно від характеристик рельєфу, ґрунтово-рослинного покриву, наявності і характеру водних перешкод, погоди та сезонно-метеорологічних явищ [1]. Значною мірою на ступінь прохідності впливатимуть також наслідки ведення бойових дій та наявність інженерних споруд. Своєю чергою, військова техніка має параметри, які характеризують її здатність пересуватись місцевістю та долати перешкоди. Такими тактико-технічними характеристиками є масогабаритні показники, кліренс, питомий тиск на ґрунт, здатність долати підйоми, броди, рови, стінки.

В роботі робиться спроба проаналізувати найважливіші характеристики і параметри, що визначають умови прохідності місцевості для військової техніки поза шляхами.

Елементами місцевості, які своїми характеристиками визначають прохідність військової техніки, є:

– *рельєф та ґрунти* (значення понижень та перевишень, стрімкість схилів, форми і характеристики ярів, балок, осипів, обвалів та інших форм рельєфу, тип ґрунту, його щільність і в'язкість, насиченість вологою). Вплив рельєфу на прохідність місцевості визначається ступенем його розмаїття, характером і розташуванням типових форм і стрімкістю схилів. Найістотнішими природними перепонами при пересуванні військ поза шляхами є яри, промоїни, обриви, виярки і насипи, а також підвищення й улоговини з крутими схилами. Від стрімкості схилів залежить можлива і допустима швидкість руху живої сили і техніки.

Особливо складним є гірський рельєф місцевості. Він вносить значну специфіку в організацію зв'язку, способи ведення вогню танками, бойовими машинами піхоти (БМП) і артилерією. Взимку в горах обширні райони стають практично недоступними для застосування бронетехніки. Водночас гірська місцевість сприятлива для оборони, ведення засадних дій.

Здатність бойової техніки переміщуватись по тій чи іншій місцевості залежить не тільки від форм рельєфу, а і від типу ґрунту та його

фізичних властивостей. Для оцінки прохідності ґрунтів мають значення:

– зв'язаність (зчеплення), тобто міцність зв'язків між частинками ґрунту;
– розмір та форма частинок;
– однорідність складу, яка визначається *ступенем неоднорідності гранулометричного складу*. Показник неоднорідності гранулометричного складу C_u визначається за формулою:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}},$$

де d_{60} , d_{10} – діаметри частинок, мм, яких у ґрунті міститься відповідно 60 і 10 % (за масою) частинок;

– коефіцієнт тертя однієї частини маси ґрунту об іншу (кут природного відкосу);
– вологість і вологоємність, тобто наявність води в ґрунті та її максимальна кількість, яку ґрунт може уібрати. Характеризується *коефіцієнтом водонасичення* S_r – ступенем заповнення об'єму пор водою. Визначається за формулою:

$$S_r = \frac{W \rho_s}{e \rho_w},$$

де W – природна вологість ґрунту; e – коефіцієнт пористості; ρ_s – щільність частинок ґрунту, г/см³; ρ_w – щільність води, що дорівнює г/см³;

– водопроникність, водоутримувальна здатність, тобто здатність ґрунту утримувати поглинуту воду всупереч дії сил, що спрямовані на її видалення. Характеризується *ступенем водопроникності* – характеристика, що відображає здатність ґрунтів пропускати через себе воду. Кількісно виражається в *коефіцієнті фільтрації* K_f , м³/добу. Визначається згідно з ГОСТ 25584;

– здатність до розмиття характеризується *коефіцієнтом розм'якшення у воді* K_{sof} – відношення меж міцності ґрунту на одновісне стиснення у водонасиченому і в повітряно-сухому стані;

– розчинність у воді характеризується *ступенем розчинності у воді* – характеристика, що відображає здатність ґрунтів розчинятися у воді та виражається в кількості водорозчинних солей q_{sr} , г/л;

– пластичність, характеризується *числом пластичності* I_D – різниця вологостей, що відповідає двом станам ґрунту: на межі текучості W_L і на межі розкачування; W_g , W_L і W_g визначають за ГОСТ 5180;

– здатність до стиснення, характеризується *ступенем щільності* I_D , визначається за формулою

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}},$$

де e – коефіцієнт пористості при природному чи штучному заляганні; e_{\max} – коефіцієнт пористості в можливо щільному заляганні; e_{\min} – коефіцієнт пористості в можливо рихлому заляганні;

– розпушеність;

– *температура початку замерзання (відтавання)*, T – температура, °С, при якій в порах ґрунту з'являється (зникає) лід;

– *рослинний покрив* (тип рослинності, її висота, товщина і відстань між деревами, для лісових масивів ще й наявність доріг та просік). Рослинний покрив визначає можливості зі спостереження і маскування, захисту військ, прохідності тощо. На прохідність місцевості істотно впливають ліси. Основними характеристиками лісу є породи дерев, їх вік, товщина, висота і густина насадження.

Прохідність лісових масивів залежить від наявності доріг і просік, а також від гущини, товщини дерев та характеру рельєфу. За відстані між деревами менш ніж 6 м рух бойової техніки в лісі поза дорогами дуже ускладнений або неможливий. Великі лісові масиви, зокрема, обмежують масоване застосування танків і БМП: в них неможливе пересування поза дорогами та просіками.

На місцевості із заростями чагарників, високою рослинністю типу кукурудзи, соняшника і спілої пшениці різко зростає небезпека раптового ураження бронетехніки з близької відстані вогнем з гранатометів, висока ймовірність у такому разі і пожеж;

– *гідрографічні об'єкти* (для боліт – це ступінь їх зволоженості, товщина торф'яного шару, характер рослинності; для річок, каналів, ставків – ширина, глибина, характеристики дна, швидкість течії, характеристики і форми узбережжя для всіх об'єктів гідрографії, важливою є зміна розмірів та характеристик гідрографічних об'єктів під впливом природних чи антропогенних факторів). Найсерйознішими перепонами для руху поза дорогами є річки, канали, озера та інші водні перешкоди. Річки характе-

ризуються шириною русла, глибиною, швидкістю течії, характером підступів до них та ґрунтом дна. Середня швидкість течії спокійних, порівняно невеликих рік, що течуть рівнинною місцевістю, 0,5–0,6 м/с, великих рівнинних рік – до 1 м/с, гірських рік – до 6 м/с. В деяких випадках основними перепонами для військ є заболочена важкопрохідна пойма, круті береги, характер ґрунту дна ріки. Сучасна транспортна техніка і переправлювальні засоби здатні долати стрімкість схилів і виходів з рік до 10–12°.

– *населені пункти* (їх типи і, відповідно, розміри, ступінь руйнування).

Вищезазначені об'єкти є типовим інформаційним наповненням топографічної карти, але в ході ведення бойових дій чи під час підготовки до них на місцевості можуть відбуватися значні зміни, що будуть впливати на можливості застосування не тільки різноманітної техніки, а й особового складу, наприклад, інженерне обладнання місця операції (характеристики вузлів опору, інженерних перешкод, зон мінування).

У сучасних умовах війська здатні вести бойові дії у будь-яку пору року. Але місцевість протягом року і навіть місяця чи тижня, а іноді й доби, може зазнавати істотних змін під впливом метеорологічних і кліматичних явищ [2]. Під впливом цих явищ одна і та сама місцевість набуває різних тактичних якостей, а умови прохідності зазнають істотних змін. Розглянемо основні фактори, що впливають на умови прохідності військової техніки.

Природно-метеорологічні фактори за певних умов будуть чи не найвизначнішими у такому разі. Одним із таких факторів є рівень опадів. Звісно, що під впливом вологи, її кількості, будуть змінюватись фізичні властивості ґрунтів, їх несуча здатність, тобто здатність верхніх шарів ґрунту (до 50 см) витримувати навантаження без втрати чи з незначними змінами структури. Особливо динамічних змін місцевість зазнає в осінньо-зимовий та в зимово-весняний період, коли відбувається інтенсивне накопичення вологи на поверхні землі та в приземному шарі. Як показують сучасні дослідження, на Землі значно змінилися процеси і зони формування погодних явищ, тому і цей факт необхідно враховувати, приймаючи рішення при плануванні бойових дій.

Загалом несуча здатність (щільність ґрунту) q залежить від його структури, ступеня ущільнення і вологості. Наближені показники несучої здатності найпоширеніших ґрунтів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Щільність ґрунтів

Назва ґрунту	Ступінь зволоженості ґрунту	Щільність ґрунту, кг/см ²	
		щільного	середньої щільності
Щебенистий (гальковий)	Незалежно від вологості	8,0	6,0
Гравійний	Незалежно від вологості	5,0	4,0
Крупний пісок	Незалежно від вологості	4,5	3,5
Середньої крупності пісок	Незалежно від вологості	3,5	2,5
Мілкий пісок	Сухий	3,0	2,0
Мілкий пісок	Мокрий	2,5	1,5
Пилуватий пісок	Сухий	2,5	2,0
Пилуватий пісок	Мокрий	1,5	1,0
Супіщаний	Сухий	3,0	2,5
Супіщаний	Мокрий	2,5	2,0
Суглинистий	Сухий	3,0	2,0
Суглинистий	Мокрий	1,0	0,6
Глинистий	Сухий	5,0	2,5
Глинистий	Мокрий	1,0	0,5
Торф'яний	Сухий	1,0	0,7
Торф'яний	Мокрий	0,7	0,2
Злежаний сніговий покрив (за мінусових температур)		0,6	0,2

Структура електронної карти в метричній та в семантичній формі здатна не лише вміщувати всю цю інформацію як таку, але й в динаміці відтворювати зміни, що відбуваються з місцевістю під впливом тих чи інших факторів.

Свою чергою, військова техніка має низку параметрів, які характеризують її здатність пересуватися місцевістю та долати перешкоди. Такими тактико-технічними характеристиками, що тісно пов'язані із можливостями пересування техніки по земній поверхні, є масогабаритні показники, кліренс, питомий тиск на ґрунт. Прохідність бойової техніки по ґрунту залежить від питомого тиску коліс чи гусениць на ґрунт p та граничної несучої здатності q . Тобто якщо $p < q$, місцевість є прохідною для техніки поза шляхами, якщо $p > q$ – місцевість непрохідна для цього типу техніки.

Таблиця 2

Технічні характеристики, що визначають показники прохідності техніки

Тип техніки	Габарити, м			Вага, т	Питомий тиск на ґрунт, кг/см ²
	Висота, м	Довжина (з гарматою), м	Ширина, м		
Танки					
М1А2 “Абрамс”	2,38	7,92 (9,83)	3,65	57	1,08
“Челенджер-2”	2,49	8,33 (11,56)	3,52	62,5	0,9
“Леклерк”	2,93	6,88 (9,87)	3,71	56,5	0,9
“Леопард-2”А6	2,5	7,7 (9,7)	3,5	55	0,9
“Меркава” Мк3	2,65	7,6 (8,8)	3,7	61	1,03
Т – 64	2,2	(9,2)	3,3	40	0,93
Т – 72	2,2	(9,5)	3,6	44,5	0,93
БМП, БТР					
МСV-80 “Уорріор”	2,76	6,33	3,3	23,5	0,7
М2 “Бредлі”	2,9	6,79	3,24	21,3	0,52
БТР-80	2,41	7,65	2,9	13,6	0,7-3,0
БМП-2	2,06	6,74	2,94	14	0,62
Автомобілі					
КрАЗ – 255	3,17	8,65	2,75	19,6	1,0-3,5
Урал – 4320	3,0	7,62	2,5	13,7	0,5-3,2
УАЗ – 469	1,96	4,25	1,79	2,4	2,5

Основні характеристики військової техніки щодо прохідності місцевості наведено у табл. 2. Це габаритні показники: довжина, ширина, висота. Вони визначають можливість застосування техніки в умовах обмеженого маневрування, наприклад, у населеному пункті, рослинному масиві. Масові показники обмежують переміщення техніки переважно мостами та шляхопроводами. Можливості подолання перешкод визначаються конструктивними можливостями.

Існує класична схема автоматичного порівняння властивостей місцевості з тактико-технічними характеристиками військової техніки і, як результат, визначення просторових зон, де можливе розміщення конкретного типу техніки з відповідною імовірністю [3]. Для неї заздалегідь формують апріорний список допустимих значень морфометричних показників місцевості

(форми рельєфу, гідрографічні об'єкти, шляхи сполучення, рослинний покрив, населені пункти тощо) та зчитують з вибраного аркуша цифрової карти місцевості (ЦКМ) реальні значення морфометричних показників, порівнюють ці значення із значеннями з апіорного списку та формують бінарну карту. Кожному значенню морфометричних показників із апіорного списку присвоюється коефіцієнт, що характеризує можливість розташування об'єкта цього класу в точці місцевості з заданими значеннями морфометричних показників.

Якщо за основу визначення зон прохідності місцевості поза шляхами використовувати запропоновану класичну схему, а для уточнення геопросторових баз даних про місцевість застосувати спеціальні космічні знімки і визначити по них характеристики ґрунтів з урахуванням показників наземних пунктів метеорологічних спостережень (температурний режим, величина опадів, водні індекси), то є можливість визначення для військової техніки зон прохідності місцевості поза шляхами [4]. Сучасні засоби обчислювальної техніки, відповідне програмне забезпечення, оперативні дані дистанційного

зондування земної поверхні та відомості метеорологічних спостережень дають можливість з доволі високою ймовірністю спрогнозувати динаміку змін прохідності ландшафту і сформувати відповідну цифрову карту (див. рисунок). Основні етапи її формування такі:

- формування апіорного списку, що визначає характеристики ландшафту: характеристики інженерних перешкод, форм рельєфу, гідрографічних об'єктів, рослинного покриву, дорожньої мережі;
- оновлення основних морфометричних характеристик цифрової топографічної карти за даними дистанційного зондування Землі;
- формування апіорного списку, що містить параметри та характеристики прохідності військової техніки: маса, габарити, можливості щодо подолання перешкод, кліренс, питомий тиск на ґрунт;
- порівняльний аналіз визначених апіорних списків характеристик ландшафту і військової техніки та визначення базових зон непрохідності військової техніки;
- внесення до бази геопросторових даних характеристик ґрунтового покриву відповідно до їх типів;

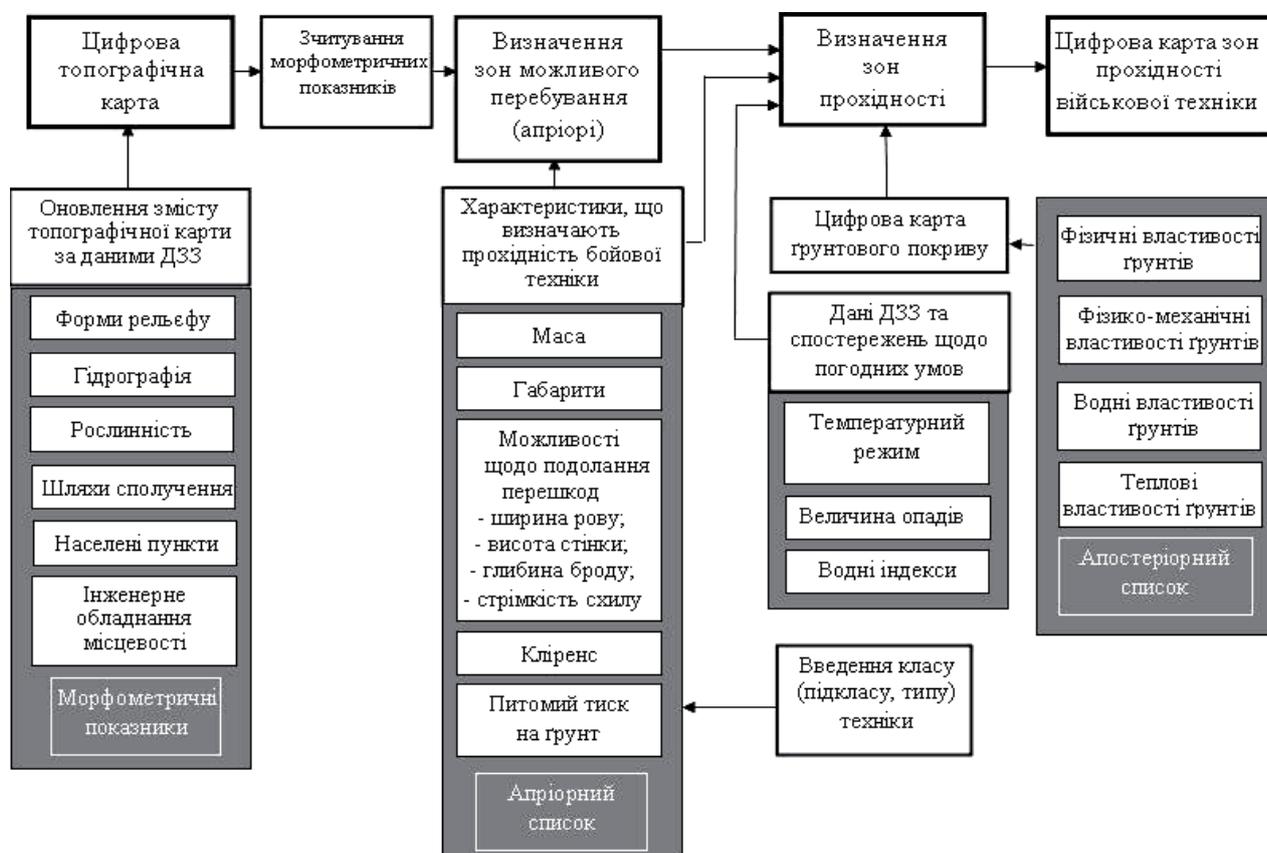


Схема створення цифрової карти зон прохідності військової техніки

– оперативне визначення стану ґрунту залежно від характеристик погодних умов за даними дистанційного зондування земної поверхні та метеоспостережень;

– порівняльний аналіз стану ґрунту з характеристиками прохідності військової техніки та отримання цифрової карти зон прохідності місцевості поза шляхами.

Урахування змін характеристик ґрунтового покриву залежно від метеорологічних умов та сезонно-метеорологічних явищ дає можливість точніше й оперативніше визначати зони прохідності місцевості для бойової техніки, що дасть змогу оптимізувати процес планування бойових дій на етапі прийняття рішення.

Література

1. Військова топографія: підручник / О.Г. Міхно, С.Г. Шмаль. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2008. – 384 с.

2. Міхно О.Г., Рябов В.А. Прогнозування прохідності місцевості для військової техніки під впливом сезонно-метеорологічних явищ / Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Вип. №11. – К.: ВІКНУ, 2008. – С. 232–234.

3. Устройство для считывания и обработки изображений объектов (его варианты). – А.С. № 1280409 от 30.12.86 г., МКИ G06K9/36.

4. Міхно О.Г., Рябов В.А. Оперативне визначення зон прохідності місцевості для бойової техніки сухопутних військ / Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шев-

ченка. – Вип. № 20. – К.: ВІКНУ, 2009. – С. 280–283.

Визначення умов прохідності місцевості для військової техніки поза шляхами

О. Міхно, В. Рябов

Запропонований підхід до визначення зон прохідності місцевості для військової техніки з урахуванням тактичних властивостей місцевості, метеорологічних умов і характеристик ґрунтового покриву, які залежать від сезонно-метеорологічних явищ.

Определение условий проходимости местности для военной техники вне дорог

А. Михно, В. Рябов

Предложен подход к определению зон проходимости местности для военной техники с учетом тактических свойств местности, метеорологических условий, а также характеристик почвенного покрова, которые зависят от сезонно-метеорологических явлений.

Determination of conditions to travel cross-country of locality for military technique out of ways

O. Mikhno, V. Rjabov

The determination of area of ability to travel cross-country of locality for a military equipment taking into account tactical properties of locality, meteorological terms and descriptions of the ground cover, which depend on the seasonal-meteorological phenomena is offered.



11–16 квітня 2010
Сідней, Австралія XXIV FIG

INTERNATIONAL CONGRESS 2010

XXIV КОНГРЕС МІЖНАРОДНОЇ
ФЕДЕРАЦІЇ ГЕОДЕЗИСТІВ (FIG)

Тематика: доповіді, презентації за напрямками роботи всіх десяти комісій FIG (стандартизація, професійна освіта, геопросторові дані, гідрографія, геодезичні вимірювання та позиціонування, інженерна геодезія, кадастр та землевпорядкування, територіальне планування тощо).

Виставка обладнання та програмного забезпечення

Більше інформації на <http://www.fig2010.com>